

学校编码:

学号: 19920061151830

分类号_____密级_____

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

转塔冲床数控系统的设计

Design of CNC System for Turret Punch Press

林叶强

指导教师姓名: 姚 斌 教授

专 业 名 称: 机械制造及其自动化

论文提交日期: 2009 年 月

论文答辩时间: 2009 年 月

学位授予日期: 2009 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2009 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

冲裁成形技术的应用范围相当广泛，几乎涉及到当今制造业的方方面面。随着我国汽车工业的如日中天，加上新兴电子工业的强劲发展，使得集柔性制造单元理念的数控转塔冲床得到迅速发展，已经成为当今冲裁成形加工最先进的制造技术之一。但是目前国内已有数控转塔冲床的核心部分——数控系统多数依赖进口，且国内现有的自动编程软件不含样条曲线及字符图形处理功能，因此开展相应的研究工作具有十分重要的意义。

论文针对国内外转塔冲床发展现状，开发了基于 PC+运动控制卡的开放式数控系统，同时设计了适用于数控冲床的自动编程软件。具体的研究内容如下：

1) 通过分析数控转塔冲床的机械结构，根据开放式数控系统的理念，完成数控系统硬件部分的关键技术设计与研究。

2) 根据转塔冲床数控系统的功能需求，采用结构化的设计方法进行系统的模块划分。根据用户的要求，设计系统的人机界面；通过运动控制卡的软硬件接口，完成系统与运动控制卡的连接；根据编译原理的知识，完成 NC 代码编译器的开发；根据转塔冲床的动作需要，完成加工模块的开发。

3) 分析了自动编程软件的功能需求，并进行软件的模块划分。分析 DXF 文档的格式，获取其所表达的零件图形信息；设计图形类的类图，将获取的零件图形归入对应的图形类中；分析 TTF 字体的格式，提取字符的轮廓；应用样条曲线理论，完成了样条曲线图形的步冲编程；根据 C 刀具补偿原理，完成各类图形轮廓加工刀位轨迹的获取；应用数据库理论，完成模具库的设计。

4) 利用制造好的冲床光机，搭配所开发的数控系统，完成系统的集成测试。同时，完成了自动编程软件的调试工作，特别是由样条曲线组成的复杂曲线，以及各类字符轮廓线冲裁加工的自动编程功能的测试工作。

关键词：转塔冲床；开放式数控系统；自动编程；样条曲线

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Today, the application of the punch-forming technique is very wide in manufacturing. Along with the development of the auto and electronic industry, the CNC turret punch press as a flexible-manufacture unit has developed rapidly. It has become one of the advanced technologies in the manufacture area. However, the numerical control system, the hardcore of CNC turret punch press, always depends on importing basically and most automatic programming software can't deal with the spline curve and the character profile. Therefore, it's very important to research the CNC system of the turret punch press.

The paper designs the Open-architecture CNC system founding on PC and motion control card. Meanwhile, the automatic programming software is designed to fit the CNC punching. The detailed contents are showed as follows:

1) The paper completes the design and research of the key technologies of its hardware, through analyzing mechanical structure of the CNC turret punch press and the concept of the open CNC system.

2) According to the functional and technical requirement of turret punch press, use structural design method to divide the systemic module. Firstly, the human-computer interface system is designed to fit for requirements of the user. Secondly, the connection between system and motion control card is fulfilled via the hardware and software interface. Thirdly, the development of NC code compiler is based on the knowledge of compiler's principle. Lastly, the realization of processing module is matched with the required motion of the turret punch press.

3) The functional requirement of automatic programming software are analyzed and the module of software is divided. It is carried out as follows: getting the graphical information by analyzing format of part DXF file; designing the class diagrams of graphics class and putting the graphics of part into the corresponding graphics class; picking up profile of the character via analyzing format of TTF font;

complete the automatic programming function for the spline curve; obtaining the machining tool path of each kinds of graphics profile according to the principle of C cutter compensation; designing the database of dies.

4) The system integration testing was accomplished through making use of the punching, which is matched with the developed CNC system. At the same time, complete the debugging of the automatic programming software. Especially, the debugging of the automatic programming function about the complex curve, about the character profile is composed by spline curve.

Keywords: Turret punch press; Open-architecture CNC system; Auto-programming; Spline curve

目 录

第一章 绪论	1
1.1 数控技术与数控机床.....	1
1.2 数控冲床.....	1
1.3 冲床数控系统.....	3
1.4 冲床自动编程系统.....	5
1.5 课题来源与现实意义.....	6
1.6 研究内容.....	7
第二章 数控转塔冲床硬件设计	8
2.1 数控转塔冲床的组成原理.....	8
2.2 数控转塔冲床的系统控制方案.....	9
2.3 数控转塔冲床电气部分设计.....	11
2.4 本章小结.....	16
第三章 数控转塔冲床系统软件设计	17
3.1 数控转塔冲床系统软件功能分析.....	17
3.2 数控转塔冲床系统软件结构化设计.....	18
3.3 软件人机界面设计.....	19
3.4 系统初始化.....	23
3.5 I/O 功能设计.....	25
3.6 代码处理模块设计.....	27
3.7 运动控制模块设计.....	37
3.8 本章小结.....	42
第四章 自动编程软件设计	43
4.1 计算机图形学的基本理论.....	43
4.2 自动编程软件功能分析.....	49
4.3 自动编程软件结构化设计.....	511

4.4 软件界面的设计.....	51
4.5 DXF 文件的读取及图形归类.....	52
4.6 图形的绘制.....	60
4.7 刀具半径补偿原理.....	62
4.8 代码生成.....	67
4.9 模具库的管理.....	71
4.10 本章小结.....	74
第五章 数控转塔冲床系统集成调试	75
5.1 数控系统测试.....	75
5.2 自动编程软件测试.....	78
5.3 本章小结.....	81
总结与展望	82
6.1 总结.....	82
6.2 展望.....	83
参考文献	84
致 谢	87
硕士期间发表的论文	88

CONTENTS

Chapter 1 Preface	1
1.1 CNC technic and CNC machine	1
1.2 CNC punching machine.....	1
1.3 The CNC system of punching machine	3
1.4 The automatic programming system of punching machine	5
1.5 The origin of research projects and the realistic meaning	6
1.6 The content of research.....	7
Chapter 2 The hardware design of CNC turrets punch press	8
2.1 The components of CNC turrets punch press	8
2.2 The plan of systemic control about CNC turrets punch press.....	9
2.3 The design of electrical equipment in CNC turrets punch press.....	11
2.4 Summary of this chapter	16
Chapter 3 The system software design of CNC turrets punch press.	17
3.1 The function analysis of system software about CNC turrets punch press	17
3.2 The structured design of system software about CNC turrets punch press	18
3.3 The design of software interface	19
3.4 System initialization	23
3.5 The function design of I/O	25
3.6 The module design of code-process.....	27
3.7 The module design of motion control	37
3.8 Summary of this chapter	42
Chapter 4 The design of automatic programming software	43
4.1 Basic principle of computer graphics	43
4.2 The function analysis of automatic programming software.....	49
4.3 The structured design of automatic programming software	511
4.4 The design of software interface	51

4.5 Reading of DXF file and categorization of graphics	52
4.6 Drawing of graphics	60
4.7 The principle of cutter radius compensation	62
4.8 Generation of code	67
4.9 Management of die database	71
4.10 Summary of this chapter	74
Chapter 5 The system synthetic testing of CNC turrets punch press	75
5.1 The testing of CNC system	75
5.2 The testing of automatic programming software	78
5.3 Summary of this chapter	81
Chapter 6 Conclusion and outlook	82
6.1 Conclusion.....	82
6.2 Outlook.....	83
References	84
Acknowledgement	87
Paper published	88

第一章 绪论

1.1 数控技术与数控机床

数字控制 (Numerical Control——NC), 简称为数控, 是一种自动控制技术, 是用数字化信号对控制对象加以控制的一种方法, 它是综合应用了计算机技术、自动控制技术、测试技术及机械制造等方面的新技术而发展起来的一门综合性科学。最初的数控技术是从硬件数控开始, 随着微型计算机的发展, 硬件数控已逐渐被淘汰, 取而代之的是计算机数控 (Computer Numerical Control), 简称 CNC, 这种技术用计算机按事先存贮的控制程序来执行对设备的控制功能。由于采用计算机替代原先用硬件逻辑电路组成的数控装置, 使输入数据的存贮、处理、运算、逻辑判断等各种控制机能的实现, 均可通过计算机软件来完成。

数控机床是典型的数控化设备, 它一般由信息载体、计算机数控系统、伺服系统和机床四部分组成, 如图 1-1 所示。它通过信息载体, 将设计好的数控加工工步、加工路线、切削用量、行程等工艺过程以数控代码的形式传递给计算机, 由计算机进行编译、数据处理, 发出各种控制信号, 并通过伺服系统控制机床动作。数控机床按机床的运动轨迹分类可分为: 点位控制系统、直线切削控制系统以及连续切削控制系统, 数控冲床属于典型的点位控制系统。^[1-3]

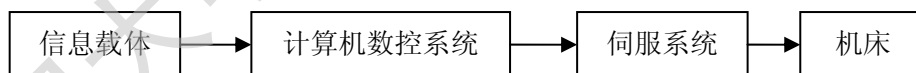


图 1-1 数控机床组成

1.2 数控冲床

1.2.1 数控冲床概述

数控冲床是利用数控技术控制冲压机床进行板料冲压的数控机床。数控冲床的工作过程为: 零件加工代码经由磁盘等信息载体或由计算机通讯输给控制装置, 由数控装置进行编译, 再经过数据处理, 将伺服控制点数值及控制信号

输给伺服系统，由伺服系统完成工作台的定位，定位后，冲头下冲，完成一个工作周期。

与传统的冲压机床相比，数控冲床有以下优点：

- 1) 对加工对象改型适应能力强，可适应多品种、小批量生产的需要；
- 2) 可提高生产率，在加工过程中可缩短加工时间和辅助时间；
- 3) 可提高同批工件的重复性精度，可避免由于手工控制所产生的误差；
- 4) 扩大机器使用范围，可加工一些手工控制无法或难于加工的复杂零件；
- 5) 减少了在制品，加速了流动资金的周转，提高了经济效益；
- 6) 可存贮加工用的优化程序，并可随时调用以实现最佳加工过程；

7) 数控化后有可能组成板材加工柔性制造单元（FMC），并可以进一步组成板材加工柔性制造系统（FMS），实现生产管理现代化。

转塔型数控冲床（冲模回转头压力机）是用来对板材进行冲孔和步冲的压力机，在其上滑块与工作台之间，有一对可以存放若干套模具的回转头（即转盘）。把待加工的板材夹持在夹钳上，使板材在上、下转盘之间相对于滑块中心沿 x, y 轴方向移动定位，按规定的程序选择所需要的模具，并由滑块冲击模具，从而冲出所需尺寸和形状的孔来。这是一种通用、高效、精密的冲压机械，也是板材加工中的主要设备。^[4-5]

1.2.2 数控转塔冲床分类

数控转塔冲床按主轴驱动工作原理来分，主要可以分为以下三大类：

1) 机械驱动数控转塔冲床：这类数控转塔冲床是通过一个主电机带动飞轮旋转，由离合器进行冲压控制。它的优点是结构简单，产品价格低。但同时，这类机床也存在效率较低、不适宜成型冲压、耗电量较大、冲压噪音大等缺点。

2) 液压驱动数控转塔冲床：这类机床通过液压缸驱动击打头，由电液伺服阀进行冲压控制。主要优点表现在加工效率高、冲压噪音小等优点；但同时也存在多种不足，如对环境要求较高、耗电量大、维护困难、占地面积大等缺点。

3) 伺服电机驱动数控转塔冲床：随着大功率交流伺服电机技术的进步，伺服电机已可以完全满足打击头和其运动机构对打击力，转矩和功率等参数的要求。这类机床通过伺服电机带动打击头进行冲压控制。相对液压式机床而言，

其主要优点表现在机床结构紧凑、耗电量少、没有更换液压用油的烦恼，而且非常环保、噪音小、对环境要求低等。^[6]

1.2.3 国内外数控转塔冲床现状

国外于 1932 年就生产出了常规电控的简易型冲模回转头压力机，直到 1955 年才开发出来第一台 NC 数控转塔冲床，1970 年又开发出来第一台 CNC 数控转塔冲床。之后随着数控技术的不断发展，数控转塔冲床也有了很大发展，性能不断提高，功能逐渐增强。目前，德国、日本和美国等发达国家数控转塔冲床的使用已非常普遍。随着当今制造业灵活快速制造的发展，数控转塔冲床也向着具有多种复合功能，更加稳定可靠，具有更大柔性，适应多品种小批量的方向发展。目前，世界上生产数控转塔冲床的主要厂商大约有十余家，例如：美国的 STRIPPIT 公司，日本的 AMADA，德国的 TRUMPF，瑞士的 RASKIN，瑞典的 PULLMAX，芬兰的 FINN-POWER 公司等。

数控转塔冲床在我国的研究起步比较晚，随着中国钣金业的蓬勃发展和国外高端技术的引进，越来越多的生产厂家掌握了数控冲床设计、制造技术，并转换为产品进入市场。目前，国内有能力提供 4 轴及以上数控冲床的企业主要包括济南捷迈、江都亚威、扬州的杨力和金方圆等。虽然国内的转塔冲床得到了很大的发展，但是和发达国家相比还比较落后，很多关键技术如数控系统、大功率伺服电机等还依赖于进口。^[7-8]

1.3 冲床数控系统

1.3.1 数控系统组成

数控系统（Numerical Control System）是一种控制系统，它是数控机床的核心，它的功能是接受载体送来的加工信息，经计算和处理后去控制机床的动作。它由硬件和软件组成。硬件除计算机外，其外围设备主要包括光电阅读机、CRT、键盘、面板、机床接口等。软件由管理软件和控制软件组成。软件主要包括输入输出、显示、诊断等程序；控制软件包括译码、刀具补偿、速度控制、插补运算、位置控制等部分组成。数控系统的工作过程可以分为：输入、译码、

数据处理、插补、伺服控制、管理程序，它的工作原理如图 1-2 所示。

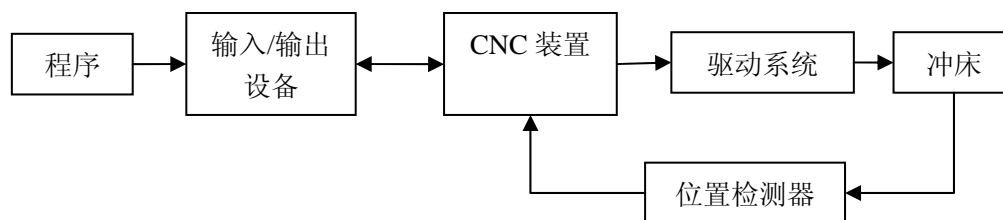


图 1-2 数控系统工作原理图

1.3.2 数控系统发展趋势

数控系统根据硬件的不同结构可将分为以下两类：

1) 专用型数控系统：在数控系统发展的初期，各个厂家分别独立开发出自己的一整套数控系统，这包括电路设计，软件设计，接口定义以及周边辅助器件设计。典型的生产厂家包括日本的 FANUC、Mitsubishi(三菱)、德国的 Siemens(西门子)、西班牙的 Fagor(发格)、意大利的 Fedia(斐迪亚)等。这类数控系统的典型特点是各个厂家之间的产品模块不通用。

2) 开放式数控系统：传统的数控系统是一种专用封闭式系统，存在着各个厂家的产品之间以及与通用计算机之间兼容性差，维修、升级困难，维修费用高等问题。进入 20 世纪 90 年代，各国争先研发开放式数控系统。开放式体系结构采用通用计算机(PC)及其配套模块建立一个开放式体系结构系统，使控制系统设计标准化、模块化、进而实现系列化、可兼容、可扩充和易升级换代，大大提高了资源共享，降低了系统的研发和制造费用，缩短了研发周期，提高了用户设备和资源的利用率以及数控产品的市场竞争力。^[9]

数控系统将来发展的主要目标为，进一步减低价格，增加可靠性，拓宽功能，提高操作舒适性，提高集成性，提高系统的柔性和开放性，减小体积，提高数控机床的生产能力。随着计算机技术的不断高速发展，开放式数控系统已经逐渐成为数控系统发展的一个趋势。^[10]

1.3.3 开放式数控系统

近年来，国内外都致力于开放式数控系统的研究，并达成部分共识，即采

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库